

# 산화 그래핀과 혼화제를 혼입한 시멘트 모르타르의 특성

## Properties of Cement Mortar with Graphene Oxide and Admixture

김완수<sup>1</sup> · 박창건<sup>1</sup> · 최성우<sup>1</sup> · 류득현<sup>2\*</sup>

Kim, Wan-Su<sup>1</sup> · Park, Chang-Gun<sup>1</sup> · Choi, Sung-Woo<sup>1</sup> · Ryu, Deuk-Hyun<sup>2\*</sup>

**Abstract** : Nanomaterials are being actively studied in the fields of cement and concrete. However, research on other nanomaterials is insufficient because much of the carbon-based nanomaterials are made up of carbon nanotubes. Therefore, in this study, carbon-based water-soluble graphene oxide was mixed into mortar according to the cement replacement rate to conduct a characteristic evaluation. As a result, as the substitution rate of graphene oxide increased, workability decreased, and there was no effect of enhancing compressive strength. In addition, it was confirmed that the compressive strength decreased due to a large amount of air bubbles when the mixture was mixed for the purpose of improving workability.

**키워드** : 산화 그래핀, 혼화제, 압축강도, 유동성

**Keywords** : graphene oxide, admixture, compressive strength, workability

### 1. 서론

시멘트 및 콘크리트 응용 분야에서 나노 물질은 시멘트 매트릭스를 강화하는 재료로서 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 탄소를 기반으로 한 나노 물질 연구의 상당 부분을 탄소나노튜브가 차지하고 있어 탄소 기반의 다른 나노 물질에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 탄소를 기반으로 한 나노 물질인 산화 그래핀을 시멘트 치환율에 따라 모르타르에 혼입하고 혼화제의 여부에 따른 모르타르에 기초물성 및 압축강도에 미치는 영향을 확인하려고 한다.

### 2. 실험계획

표 1과 표 2는 각각 본 연구에서 사용한 배합표와 산화 그래핀의 성분을 나타낸다. 산화 그래핀은 시멘트 분체대비 일정 부분을 치환하여 혼입하였으며, 배합수의 경우, 사용된 산화 그래핀 수용액에 포함된 물의 양을 고려하여 배합수의 양을 산정하였다. 혼화제는 컨트롤인 Plain과 유사한 플로우인 220mm 도달 시점을 목표로 하여 사용량을 산정하였다.

사용재료는 J사의 산화 그래핀(고형분 1% 수용액)과 S사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 혼화제는 E사의 PC계 감수제를 사용하였다. 배합시험은 KS L ISO 679를 준수하여 진행하였다.

표 1. 시멘트 모르타르 배합표

Classified	Cement(g)	Water(g)	Sand(g)	GO(g)	AD(g)
Plain	450,00	225,00	1350	0	0
G0,01	449,96	220,55		9	0
G0,02	449,91	216,09		18	0
G0,05	449,78	202,73		45	0
G0,10	449,55	180,45		90	0
G0,01P	449,96	220,55		9	1,34
G0,02P	449,91	216,09		18	2,67
G0,05P	449,78	202,73		45	3,39
G0,10P	449,55	180,45		90	4,80

표 2. 산화 그래핀의 성분

Subject	Unit	Spec
Concentration	%	0,5-1,5
Carbon content	%	40-50
Oxygen content	%	40-50
Particle size	μm	<10μm
Thickness	nm	≤2,0
K content	ppm	≤250
Mn content	ppm	≤20
Cl content	%	None
pH		3,0-5,0

\* G0,01P = 시멘트 대비 산화 그래핀 0,01% 치환 및 감수제 혼입

1) 유진기업(주) 기술연구소, 연구원

2) 유진기업(주) 기술연구소, 소장, 교신저자(lionyu@eugenes.co.kr)

### 3. 실험결과 분석 및 고찰

#### 3.1 산화 그래핀 치환율에 따른 모르타르의 유동성과 압축강도

그림 1과 그림 2는 각각 치환율에 따른 플로값 비와 압축강도 활성화도 지수를 나타낸다. 산화 그래핀 치환율이 증가할수록 유동성이 저하되며, 압축강도 증진 효과는 없는 것으로 나타났다. 이는 산화 그래핀의 넓은 표면이 자유수를 흡수하여 유동성이 저하되고, 산화 그래핀의 응집 특성으로 인해 분산되지 않아 압축강도 증진 효과가 나타나지 않은 것으로 사료된다.

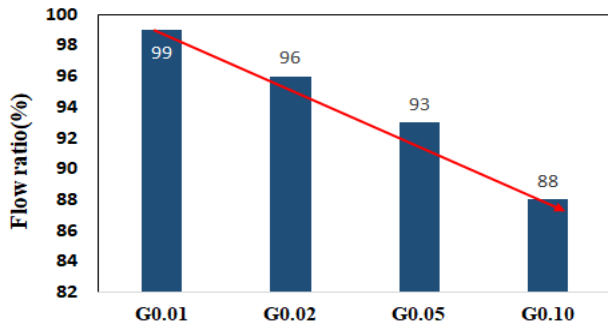


그림 1. Flow ratio of mortar

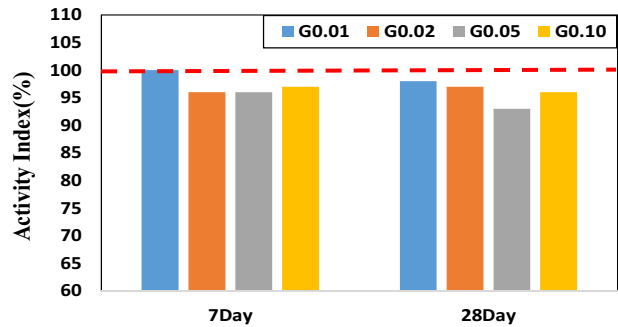


그림 2. Activity index of mortar

#### 3.2 혼화제와 산화 그래핀 치환율에 따른 모르타르의 유동성과 압축강도

그림 3과 그림 4는 각각 산화 그래핀 치환율에 따른 플로값 비, 혼화제 사용량과 압축강도 활성화도 지수를 나타낸다. 산화 그래핀 치환율이 증가할수록 혼화제 사용량이 증가하였으며, 시험체의 밀도와 압축강도는 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 이는 유동성을 충족시키기 위해 사용한 혼화제에 의해 많은 기포가 생성되어 오히려 강도가 저하 된 것으로 사료된다.

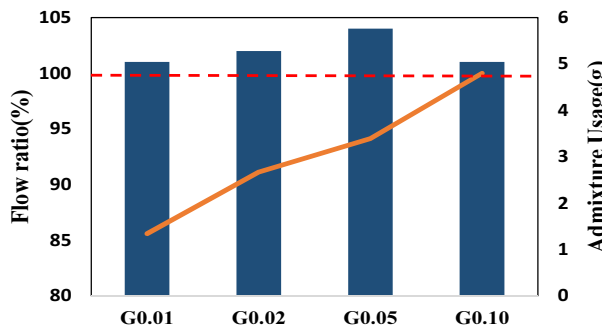


그림 3. Flow ratio of mortar with ad

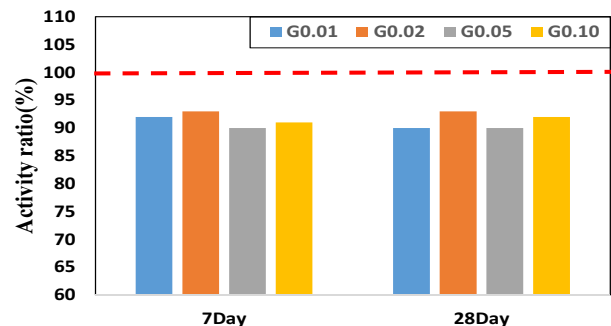


그림 4. Activity index of mortar with ad

### 4. 결론

본 연구에서는 산화 그래핀을 시멘트 치환율에 따라 모르타르에 혼합하고 혼화제의 여부에 따른 기초물성 및 압축강도에 대해 평가하였고, 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 산화 그래핀의 치환율이 증가할수록 유동성이 저하되고, 압축강도 증진 효과는 없는 것으로 판단된다.
- 2) 유동성 개선을 목적으로 혼화제를 사용할 경우 시험체의 밀도와 압축강도가 저하되는 것을 확인하였다. 이는 혼화제 사용 시 발생된 다량의 기포에 기인하는 것으로 판단된다. 추후 수용성 산화 그래핀의 분산에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 2023년 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호: 23NANO-C156177-03).

### 참고문헌

1. Rezakhani D, Jafari AH, Hajabassi M. Durability, mechanical properties and rebar corrosion of slag-based cement concrete modified with graphene oxide. In Structures. Elsevier. 2023. Vol.49. pp. 678-697.